

« Dans le domaine des matériaux, on a beaucoup d'éléments avec lesquels jouer ! »

Interview de Madame MAJERUS - PARTIE I

Propos recueillis en février 2021 par Blandine, Manon et Nathanaël pour Le Cercle

Le Cercle : Bonjour Madame Majérus ! Avant de découvrir sur quoi portent sur vos recherches actuelles, pourriez-vous nous présenter votre parcours ?

Odile Majérus :

Bonjour ! Alors pour mon parcours, comme d'autres enseignants chercheurs de Chimie ParisTech, j'ai fait la **même formation que vous** : je suis de la **promotion 2000** ! Et en parallèle de ma troisième année à l'ENSCP, j'ai effectué un **DEA en science des matériaux** (aujourd'hui il s'agit du master SMNO : Sciences des Matériaux et Nano-Objets) au cours duquel j'ai pu me spécialiser dans le domaine de la **chimie et de la physique des matériaux**. Cela s'est poursuivi par un stage de M2 portant sur les « **Vitrocéramiques** pour le confinement des actinides mineurs issus du retraitement du combustible nucléaire » au LCAES laboratoire de recherche de l'ENSCP.

Découverte de la recherche à l'ENSCP !

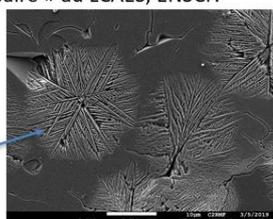
- Stage M2 « **Vitrocéramiques** pour le confinement des actinides mineurs issus du retraitement du combustible nucléaire » au LCAES, ENSCP.



Des verres



En chauffant (de façon contrôlée) certains verres transparents, ils se transforment en matériau opaque partiellement cristallisés : les vitrocéramiques. Cette transformation est très surprenante la première fois, quand on sort les matériaux du four ! Et toujours très jolie à regarder au MEB...

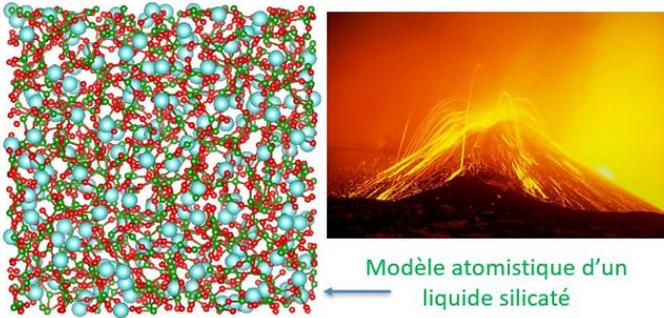


J'ai décidé de poursuivre avec une thèse en lien avec une école doctorale, qu'on appelait alors *ministérielle*, - donc assez fondamentale et tournée vers la recherche en amont -, sur un sujet orienté *Sciences de la Terre* que j'avais eu l'occasion de découvrir lors du M2 : « Structure des **verres d'oxyde** à haute température ou haute pression ». J'étais dans un laboratoire qui existe toujours : le laboratoire de cristallographie et minéralogie de l'UPMC (aujourd'hui IMPMC), le tout dans une volonté de **développer et consolider ma formation scientifique** et devenir experte d'un domaine.

Durant ces 3 ans de thèse, j'ai pu étudier les transformations structurales à hautes températures et hautes pressions des liquides silicatés très simples, analogues simplifiés des magmas. L'objectif était de comprendre les raisons pour lesquelles certaines compositions voient leurs propriétés thermiques beaucoup varier et d'autres pas. Car ces propriétés ont des conséquences importantes à l'échelle « macro » sur le comportement des magmas, leur vitesse à refroidir, à vitrifier, leur viscosité, etc...

La thèse : consolider ma formation scientifique et devenir experte d'un domaine

- Thèse « Structure des **verres d'oxyde** à haute température ou haute pression ». Laboratoire de cristallographie et minéralogie de l'UPMC (IMPMC) à Paris 6 (Sorbonne U).



Ensuite, j'ai poursuivi sur un post-doc de 1 an sur les « études in situ des transformations structurales dans les **liquides d'oxydes** » à l'Université d'Aberystwyth au Pays de Galles où j'ai pu travailler sur un synchrotron dans un travail assez instrumental. Et j'ai eu la chance d'être recrutée en tant que maître de conférences à Chimie ParisTech, en 2005, directement après cette année de post-doc dans un poste sur la chimie des verres, dans le laboratoire de chimie appliquée de l'état solide, où travaillait Didier Gourier, Gérard Aka, Gilles Wallez, Laurent Binet...etc.

[NDLR : Si vous vous demandez pourquoi c'est une chance, n'interrompez pas votre lecture, la réponse arrive très vite !]

Du point de vue de mes goûts pendant ma formation, on peut dire que dès le début de mes études, j'aimais étudier, - tout comme vous je suppose, arrivés à bac + 5 - et j'avais beaucoup de curiosité. J'étais assez **universaliste** avec des appétences pour tous les domaines. J'étais même plutôt meilleure en lettres qu'en maths (*rires*) mais je voulais continuer à étudier de manière très large et la voie scientifique était celle qui offrait le plus de perspectives. Ma volonté de faire de la recherche est venue pendant le stage de M2.

En résumé :

- 2000 : diplôme d'ingénieur de l'ENSCP et DEA de Sciences des Matériaux de l'UPMC
- 2003 : doctorat de Physique et Chimie des Matériaux de l'UPMC
- 2004 : post-doctorat à l'Université d'Aberystwyth au Pays de Galles
- Fin 2004 : Maître de conférences en chimie des matériaux à l'ENSCP, avec un profil « verres »

L.C. : Avez-vous regretté de ne pas avoir pris un chemin plus littéraire ?

O.M. : Globalement non. **Au niveau de mon métier, je n'ai aucun regret !** Je reste convaincue que la formation scientifique apporte des connaissances solides qui permettent d'avoir une compréhension suffisante de sujets très divers sans en être spécialiste, et qu'il est compliqué d'acquérir cette culture scientifique à un âge plus avancé. Ces 3 premières années où on regarde l'algèbre linéaire, les équations différentielles, ... me paraissent bien plus aisées à 18-20 ans que plus tard ! Cependant, **j'ai toujours la sensation que certaines choses m'échappent dans les discussions d'ordre politique et philosophique et que les scientifiques restent dans une compréhension assez superficielle des enjeux sociétaux.** Je me suis toujours dit que, côté français-philo, je pourrai toujours lire après mais ce n'est pas entièrement vrai. Il y a aussi des études à faire dans ce domaine là pour ne pas être cantonné à un niveau superficiel. Dans certaines questions que je me pose, d'ordre philosophique ou sociétal, je manque un peu de profondeur, de fondements dans mes opinions. Ceci est plutôt mon avis personnel.

Pour en revenir à mon métier, je n'ai aucun regret : enseignant-chercheur c'est super !

L.C. : Pourquoi cet attrait pour les matériaux ? Quand cette envie vous est-elle venue ?

O.M. : Les matériaux, c'était assez tôt. Le choix de la chimie n'était pas vraiment pour la chimie moléculaire, même si j'aimais bien la chimie organique, faire de la synthèse... - d'ailleurs,

comme aujourd'hui, on en faisait beaucoup en première année -. Mais je trouvais qu'on était assez limité en termes d'éléments de base (Carbone, hydrogène, oxygène, azote), une opinion assez injuste d'ailleurs. Au contraire, le domaine des matériaux qui touche davantage tout le tableau périodique me plaisait plus dès le début. **J'avais cette impression, - un peu fausse d'ailleurs - d'une mise en musique, mais avec plus de notes dans les matériaux** inorganiques notamment, qu'en chimie organique. Je n'avais pas une famille à culture scientifique donc je découvrais tout au fur et à mesure. A l'époque je me disais qu'avec la famille des matériaux inorganiques par exemple, on a beaucoup plus d'éléments avec lesquels on peut jouer, notamment tout le bloc d qui permet d'accéder à des propriétés très intéressantes (titane, tungstène, niobium, ...). Je ne voyais pas toute la richesse coté chimie organique. D'autre part, inconsciemment, **j'ai été également influencée par ma mère qui était potière**. A travers son travail, j'ai pu voir les transformations thermiques de la matière, les pigments, la formation des céramiques et toucher à tout cela avant même de l'inclure dans ma formation. Cela m'amène à toucher du doigt une des raisons pour lesquelles les étudiants se dirigent vers les matériaux selon moi : il y a un **côté concret car on peut toucher la matière**, les matériaux, ces produits semi-finis d'ordre centimétriques que, nous chimistes, nous produisons et qui se présentent sous forme de fils, films, poudres ou corps macroscopiques. C'est dans ce domaine qu'ils peuvent appréhender la matière qu'ils produisent, observer les propriétés de celle-ci (par exemple froid, opaque, brillant...) et en comprendre l'origine à l'échelle microscopique. On comprend peu à peu pourquoi il y a toutes ces **propriétés** qu'on peut appeler **sensorielles** et pourquoi la silice n'aura jamais l'aspect d'un métal. C'est toujours lié à la composition chimique, aux liaisons chimiques dans la matière. D'ailleurs, moi-même je continue à apprendre !

Une maman potière



L.C. : Comment se positionne le post-doc ?

O.M. : Avant de vous répondre, je vais vous donner quelques clarifications. Pour travailler dans les labos de type académique, universitaire et CNRS, il y a deux métiers au niveau ingénieur docteur : les chercheurs, qui sont employés par un organisme de recherche (CNRS, INSERM, INRA, CEA, ONERA...) et les enseignants-chercheurs qui sont employés par l'établissement, sous tutelle du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Pendant ma thèse, j'ai pu faire des enseignements à Paris VI et cela m'a énormément plu. J'avais un peu peur de ne pas être douée pour faire uniquement de la recherche, de ne pas avoir les compétences comme l'ambition et la persévérance nécessaires pour être chercheur. Donc ça a été très clair rapidement pendant la thèse : c'était enseignant chercheur et pas autre chose que je souhaitais être ! Et pour faire ces métiers-là, il faut faire des **post-docs**. Il y a toute une **période assez précaire** qu'il faut supporter, avec un premier post-doc d'un ou deux ans, puis un 2^{ème}, puis un 3^{ème}, ... et enfin, on a le dossier suffisant pour pouvoir candidater au poste ouvert au concours de chercheur ou d'enseignant-chercheur. Et moi, j'ai eu cette chance de n'avoir à en faire qu'un, d'être reçue dès la première fois où je candidatais. J'avais un bon dossier car, poussée par le laboratoire dans lequel je faisais ma thèse et qui était orienté « écriture d'articles », j'avais publié 5 ou 6 articles durant ma thèse, - ce qui n'était pas mal -, mais surtout le poste qui s'est ouvert à l'école correspondait exactement à mon profil scientifique : chimie des verres ! La chance est d'être au bon moment au bon endroit, vous le savez bien ! Ceci m'a permis d'être recrutée assez

vite ; je ne sais pas si j'aurais tenu 2 ou 3 post-docs avec cette inquiétude liée à la précarité.

Pour en revenir à votre question sur le positionnement du post-doc par rapport à la thèse notamment, il faut se repositionner sur la trame des études scientifiques. Comme vous le savez, les sciences ne se simplifient pas avec le temps, elles s'enrichissent du fait que notre univers est assez complexe. À la fin du master, l'étudiant est à la fois en manque de pratique, et n'a pas encore eu l'occasion de tout mettre en cohérence. C'est ce qu'on pourrait appeler être à "mi-chemin de la formation scientifique". On sait, on a vu beaucoup de choses, que ce soit en chimie-physique, en chimie analytique, en chimie des matériaux, etc..., abordé les interactions entre atomes de façon différentes dans chacun de ces domaines (molécules organiques, polymères, métaux, etc.) mais le tout n'est pas très bien relié : on n'a pas la pratique ni la familiarité suffisante. **La thèse permet donc de consolider cette formation scientifique et d'apprendre "à faire de la science", de voir en pratique « comment on fait de la science ».** C'est également l'occasion de **devenir expert dans un domaine** : durant ces quelques années on est presque uniquement concentré sur le sujet de sa thèse. (D'ailleurs, dans un jury de thèse, on apprend beaucoup du doctorant qui présente car il est devenu expert, - plus que le jury lui-même -, sur son sujet. Souvent, le jury ne connaît pas la réponse quand il pose des questions et le doctorant doit lui apporter ses propres éléments de réponse !) En thèse, on peut mesurer où en sont les connaissances sur cette problématique : quelles questions se posent ? et quelles sont les inconnues sur ce sujet ? A travers sa thèse, on fait un peu avancer un domaine de la connaissance !

Par la suite, il faut **voir le post-doc comme une occasion de prendre de la hauteur sur ce même sujet.** Si on veut rester dans une filière académique, dans un des métiers que j'ai évoqués précédemment, le post-doc est un peu une question de stratégie. C'est bien de rester un peu

dans son domaine, - car appréhender un domaine demande plusieurs années -, mais voir un autre aspect. Pour ma part je suis allée vers plus d'instrumentation dans mon post-doc qui m'a fait travailler sur un synchrotron. Je faisais des allers-retours entre le synchrotron situé alors à Manchester et l'université basée au milieu du Pays de Galles, et je traversais donc cette magnifique région du nord du Pays de Galles avec des montagnes, des lacs qui font penser au Seigneur des Anneaux que vous pouvez voir sur la photo ; j'en garde un très bon souvenir ! C'était un peu du bricolage (*rires*) avec de nombreux essais : on faisait léviter, sur un gaz d'argon, une bille d'alumine, par exemple, qu'on mettait en fusion grâce à un laser CO₂ très puissant, dans l'IR. Ceci permet d'étudier des liquides très réfractaires (l'alumine fond à 2040 °C !) qui attaquaient le creuset, si on en utilisait. Cela a mis des années à fonctionner du fait de problèmes de sécurité, des paramètres à réajuster, etc... !

Après-thèse : toujours consolider et élargir mon horizon

- Post-doctorat en physique, « études in situ des transformations structurales dans les liquides d'oxydes ». Monde des grands instruments (synchrotron)



L.C. : En tant qu'ancienne de l'école était-ce une volonté que de revenir à l'école ?

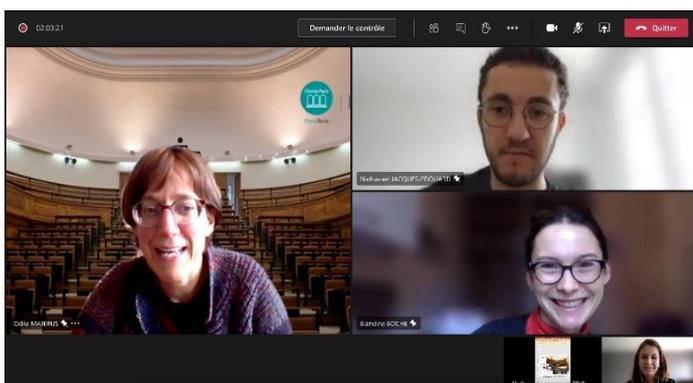
O.M. : Ce n'était pas dans ma volonté initiale de travailler à Chimie ParisTech, mais cela s'est fait en partie par mon stage de M2 que j'ai effectué ici même. Ce stage de fin d'étude, que l'on surnommait la "micro-thèse" à l'époque, était un passage obligatoire car un grand nombre des

étudiants était obligé d'effectuer un stage dans les laboratoires de l'école, les autres allaient dans d'autres laboratoires de la région. Les sujets étaient proposés par les laboratoires et l'école revendiquait ce « passage » qui visait à former par la recherche. Ainsi, à l'époque, j'avais pu effectuer un projet de recherche sur les vitrocéramiques, les matériaux qui m'attiraient. C'étaient 6 mois vraiment intenses, je m'y étais investie à fond, comme vous dans vos stages de 2A et 3A, et ça m'avait bien plu. Même si j'ai voulu faire ma thèse autre part, pour voir comment cela se passait ailleurs, je connaissais bien le labo de l'école qui proposait le poste et eux-aussi me connaissaient

donc je pense que ça a joué. Cela ne serait peut-être pas le cas aujourd'hui où, afin d'enrichir l'établissement en termes de diversité de profils, on a tendance à recruter des personnes venant d'autres formations. Ce n'était donc pas une volonté particulière de ma part de revenir à l'école... mais je me souviens avoir pensé, durant mon stage M2 au cours duquel je me demandais dans quels lieux j'aimerais bien travailler, que je me verrais bien aller tous les jours à Chimie Paris, tout comme à mon labo à Jussieu ou encore à Saint Gobain Recherche, l'entreprise où je me rendais de temps en temps.



2004 à aujourd'hui : construire et vivre l'équilibre entre enseignement et recherche en école d'ingénieur



Madame Majérus s'est donc posé la question de travailler en entreprise. Pour en savoir plus sur son choix d'opter pour la recherche académique, rendez-vous la semaine prochaine, pour la Partie II de ce Parlons Sciences ! Vous y découvrirez aussi son quotidien et les recherches actuellement menées au sein de son laboratoire !

A très vite !
Cerclement

Blandine, Manon et Nathanaël pour Le Cercle de Chimie ParisTech – PSL

PS : Nous adressons une mention spéciale à TEAMS, sans qui de belles rencontres comme celles-ci n'auraient pas été possibles 🙏